中国生态农业学报 2016 年 9 月 第 24 卷 第 9 期
Chinese Journal of Eco-Agriculture, Sep. 2016, 24(9): 1275−1284

DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.160023

基于多维评价模型的都市农业多功能发展模式探究*

李梦桃 周忠学**

(陕西师范大学旅游与环境学院 西安 710119)

摘 要 城市与都市农业通过功能互补与促进机制形成统一系统，多功能是都市农业融入城市经济、社会、生态与空间系统之中表现出的显著内涵。但我国城市的自然环境、资源禀赋、发展基础、综合实力等方面表现出明显的东、中、西部区域差异，都市农业功能发展的侧重点不同，因此形成了多样化的都市农业多功能发展模式。评价都市农业多功能发展现状及合理性，探究适宜我国不同区域城市的都市农业多功能发展模式，有助于协调城市功能与都市农业功能发展、因地制宜地制定都市农业多功能发展战略。如何协调城市功能与都市农业功能是实现区域可持续发展急需探索的问题。本文应用四维评价模型对我国 22 个城市的都市农业生产、经济、社会与生态功能进行定量评价，并根据四大功能间的不同组合类型，用系统聚类法把我国都市农业分为 10 类多功能发展模式。研究表明：受我国自然环境及社会经济发展水平的东、中、西部地区空间差异影响，都市农业单项功能发展水平及多功能综合水平在各城市呈现明显的差异，总体上表现出东、中、西的区域分异现状；从我国西部城市至中东部城市，都市农业发展模式逐渐从多功能弱协同模式转向基本协同、协同及强协同发展模式，从生态优先发展模式转变为社会生态主导发展模式以及以生态为基础的生产(或经济或社会)功能主导的发展模式。都市农业发展模式属于生态优先发展模式的城市生态功能发展水平都达到了 0.40 以上，属于社会优先发展模式的城市社会功能发展水平都在 0.55 以上，属于经济优先发展模式的城市经济功能发展水平接近 0.80，属于生产优先发展模式的城市生产功能发展水平达到了 0.75。

关键词 都市农业 多功能 发展模式 区域差异 多维评价模型
中图分类号: K901; S17 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-3990(2016)09-1275-10

Evaluation of urban agriculture multi-functionality development models based on multi-dimension evaluation*

LI Mengtao, ZHOU Zhongxue**

(College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

Abstract Urban development and urban agriculture constitutes an integrated system due to the complicated interaction mechanism of functional complementation and promotion. The multi-functionality of agriculture has been increasingly highlighted during urbanization and the gradual integration of urban agriculture into urban economic, social and ecological development and spatial formation. Urban development, encompassing the natural environment, resource endowment, development foundation and comprehensive strength, is significantly different in the eastern, central and western regions of China. Therefore, diversified development models have been tailored for urban agriculture constantly highlighting the related advantages and characteristics in different regions of China. Evaluating the developing rationality and current characteristics of urban agricultural multi-functionality and exploring the related development models suitable for specific regions are helpful in coordinating urban functions, urban agricultural multi-functions and for formulating urban agriculture development

* 国家自然科学基金项目(41271550)和教育部人文社会科学研究西部和边疆地区项目(12XJC790003)资助
** 通讯作者: 周忠学，主要从事区域经济发展、资源环境评价、生态服务等研究。E-mail: zhouzhx@snnu.edu.cn
李梦桃，研究方向为区域开发与城乡发展。E-mail: 1310976851@qq.com
收稿日期: 2016−01−05 接受日期: 2016−03−09
* Funded by the National Natural Science Foundation of China (41271550) and the Humanities and Social Sciences Project of Ministry of Education in the West and the Frontier Areas (12XJC790003)
** Corresponding author, E-mail: zhouzhx@snnu.edu.cn
Received Jan. 5, 2016; accepted Mar. 9, 2016

strategies based on region-specific conditions. It is necessary to coordinate the development between urban functions and functions produced by urban agriculture for sustainable development of urbanization areas. We quantitatively assessed urban agriculture multifunction from the aspects of production function, economic function, social function and ecological services in 22 cities of China using a four-dimension evaluation model. We classified and proposed ten development models of multifunctional development of urban agriculture based on the assembly of the related four functions using the system clustering method. The research showed that an individual or comprehensive functions provided by urban agriculture presented obvious differences among the eastern, central and western regions of China. This was due to the differentiation of natural environment, and social and economic development of different regions. From cities in the western region of China to cities in the central and eastern regions, urban agriculture multifunction development models shifted gradually from weakly coordinated development to generally coordinated development and then to strongly coordinated development. It shifted gradually from ecological priority development to predominantly social and ecological development model and then to production, social and economic development model. The development level of ecological services of urban agriculture exceeded 0.40 for cities with the model of ecological priority development. Then, the development level of social functions of urban agriculture was more than 0.55 in cities with the model of social priority development. Next, the development level of economic functions of urban agriculture reached 0.80 in cities for which the model was economic priority development. Finally, the development level of production of urban agriculture reached 0.75 in cities for which the model was provisioning priority development. This series of multi-functional urban agricultural development models suggested that multi-dimensional evaluation method actually reflected the development level of urban agriculture multifunction and the related regional differences in China. Furthermore, it not only provided accurate measurements for evaluation of development degree of urban agricultural functions under different urbanization level, but also clearly indicated the development of the internal structure of urban agricultural services and functions in each city and the related development merits and demerits. The research had important implications for the optimization of urban agricultural multifunction, scientific adjustment of urban agriculture structure, and implementation of coordinated policies on the development of urban agriculture multifunction with the development of urban socio-economy.

Keywords Urban agriculture; Multifunction; Development model; Regional difference; Multi-dimensional evaluation method

都市农业是指分布在高度城市化的大都市区及其延伸地带的农业，依托都市的辐射和按照都市的需求，发展起来的融生产性、生活性和生态性等多功能于一体的现代化大农业系统，具有高度规模化、产业化、科技化和市场化的特征[1−5]。我国城市化快速发展而引发的经济、社会、环境等一系列问题对都市农业的发展产生很大冲击，当前我国都市农业发展面临规划缺失、环境脆弱、资金不足、功能定位混乱、专业化低、产业化慢、体制落后等严重问题，与快速城市化发展极不协调。如何发展与城市化相协调的都市农业、实现城乡可持续发展一直是我国学者关注的热点问题[6−7]。近年来，在都市农业的国外发展经验总结[8−9]、发展水平评价[10]、产业空间布局与优化[11]、功能空间分布规律[5,12]、生态安全评价[13]、发展模式[14]与机制[15]等研究方面取得了重大进展。

城市与都市农业通过功能互补与促进机制形成统一系统，多功能是都市农业融入城市经济、社会、生态与空间系统之中表现出的显著内涵[16−17]。基于相关研究[11,18]，本文认为都市农业多功能是指融入城市系统中的都市农业所具有的安全食品供给、生态涵养、观光休闲、示范辐射、保障社会稳定、统筹城乡发展、预留城市发展空间等多元功能，包括生产、经济、社会和生态功能。实践证明，都市区域内农业的市场与生产布局逐渐趋于一体化，生产经济性的结构调整空间越来越小，生产经济效益增长缓慢，而突破这一瓶颈的关键在于都市农业向多功能转变，培育都市农业多功能是都市农业发展的必然趋势，关乎到区域可持续发展能力[19]。诸多学者结合我国都市农业发展实践，从都市农业多功能视角进行了大量研究，由最初的功能内涵描述逐渐深入到功能定位[20]、功能区划[21]、功能空间布局规律[5,12]等方面。研究表明：都市农业功能选择及其结构是由城市社会、经济、环境和空间所构成的综合系统决定，因此，同一城市的不同发展阶段以及同一时期的不同城市，都市农业功能选择及功能结构差异明显。都市农业的多种功能通过一系列农业活动向多元功能最优耦合状态转变[20,22]，最终形成适宜城市发展特征的功能组合模式，即都市农业多功能发展模式。评价都市农业多功能发展现状及合理性、探究适宜我国不同区域城市的都市农业多功能发展模式，无疑有助于协调城市功能与都市农业功

能，因地制宜地制定都市农业多功能发展战略。

我国城市的自然环境、资源禀赋、发展基础、综合实力等方面表现出明显的东、中、西区域差异，都市农业功能发展的侧重点不同，形成了多样化的都市农业多功能发展模式。目前对于农业发展模式的研究集中在如现代农业的发展模式[23–24]、生态农业的发展模式[25–26]、低碳农业发展模式[27–28]等方面，但对我国都市农业多功能发展模式的区域差异性及其发展的可持续性研究尚少见到。本文基于多维评价模型，建构都市农业功能评价指标体系，以中国具有代表性的 22 个城市为研究对象，探究我国都市农业功能发展水平的空间差异特征及多功能发展模式，对解决目前我国都市农业发展存在的功能定位混乱、结构不合理、与城市发展特征不相适应等问题具有重要的实践意义。

1　数据来源与研究方法

1.1　数据来源

本文以中国的 22 个城市为研究对象，按地理空间划分分别是东部地区的北京、上海、天津、广州、杭州、南京、苏州、福州、宁波、济南、沈阳、青岛，中部地区的武汉、合肥、郑州、南昌、太原、长沙，西部地区的成都、西安、昆明、兰州。上述城市在城市综合实力、资源禀赋、都市农业发展水平等方面存在较大差异，能够代表中国不同城市都市农业发展的状况。采用的数据来自于上述各城市 2014 年统计年鉴以及政府相关网站等。

多维评价模型具有一定的层次结构，可以从不同的角度对研究对象进行分析[29]，有利于反映都市农业多功能的复杂构成。本文构建了都市农业多功能的多维评价模型[29–30]，以每个维度取值大小表示相应的都市农业功能发展水平，各维度取值构成的多边形面积大小作为都市农业多功能综合评价值，值越大表明都市农业多功能越显著。该模型能够直观地反映出同一城市的都市农业主导功能及弱势功能，并对都市农业的某一功能、多功能的综合发展水平等进行不同城市之间的对比研究。

1.2　构建都市农业多功能多维评价模型

1.2.1　构建评价指标体系

依据综合性、主导性、可操作性、数据可获得性原则分别从都市农业的生产功能、经济功能、社会功能和生态功能 4 个维度建立评价指标体系(表 1)。

生产功能指都市农业向城市居民供给蔬菜瓜果、肉蛋奶等安全鲜活食品以及提供苗木花卉、生产原料等非食用农产品的功能，具有保障居民生产与生活正常进行的能力。主要通过生产效率与需求满足程度反映，选取土地综合生产率、农业劳动生产率、人均农副产品占有量、人均都市农业产值为评价指标。

经济功能表现为都市农业增加乡村居民收入，出口创汇，繁荣乡村市场，带动区域经济发展的能力。以农民人均纯收入水平、农产品加工率、出口创汇水平及都市农业产值占区域 GDP 比重来反映都市农业的经济地位和对区域经济的带动效应。

社会功能主要体现为促进就业、改善乡村就业结构、统筹城乡发展、示范辐射、提高女性地位等促进社会稳定发展，以及为城市居民提供娱乐休闲、传承乡村文化的作用。代表性的指标有都市农业就业价值、乡村就业结构水平、城乡居民收入比值、城乡居民恩格尔系数比值、国家级及省级现代农业示范园区数量、农业现代化水平、乡村女性从业人数比例、都市农业文化价值、都市旅游观光业生产效率等。

生态功能指都市农业的水土保育、固碳释氧、保护生物多样性、净化空气、降尘减噪、美化环境等生态服务功能。选用人均绿地面积、森林覆盖率、耕地覆盖率、地均生态服务价值、化肥施用强度为代表性指标。

本文采用熵值法确定指标权重，熵值法是根据指标传输给决策者信息量的大小来确定权重的方法，能够深刻反映指标信息熵值的效用价值，所给出的指标权重比层次分析法和专家评估法更具有可信度，适合对多元指标进行综合评价[33–34]。

1.2.2　都市农业功能发展水平测评

都市农业功能发展水平评价值的测算过程：首先，运用功效函数法对原始数据进行标准化处理[35]；其次，通过公式(1)测算评价单元的第 i 个功能发展水平 x_i。

$$x_i = \sum_{j=1}^{m} w_{ij} x_{ij} \quad (i=1,\ 2,\ 3,\ 4) \tag{1}$$

式中：x_i 为第 i 个功能发展水平，w_{ij} 为第 i 个功能第 j 个指标的权重，x_{ij} 为第 i 个功能的第 j 个评价指标。

1.3　评价结果的情景模式聚类

应用系统聚类分析法，根据不同评价单元的都市农业四大功能发展水平的组合，对 22 个研究对象的都市农业多功能评价结果进行聚类分析，并结合都市农业功能综合水平，分类得到都市农业多功能发展模式。通过分析评价各种发展模式的形成原因、可持续性能力，提出优化都市农业功能的合理建议。

表 1　都市农业多功能评价指标体系

Table 1　Evaluation index of urban agriculture multifunction

功能 Service	评价指标 Index	指标测算方法 Calculation method	权重(w_{ij}) Weight	功效 Efficiency
生产功能 Production function (x_1)	耕地生产率(x_{11}) Cultivated land productivity	农业总产值/耕地面积 Total production value of the urban agriculture / area of cultivated land	0.310 8	+
	农业劳动生产率(x_{12}) Agricultural labor productivity	农林牧渔业总产值/农林牧渔业从业人数 Agricultural gross output value / number of labours in farming, forestry, animal husbandry and fishery	0.239 7	+
	人均农副产品占有量(x_{13}) Agricultural and sideline products amount per capita	农副产品总量/城市总人口 Amount of agricultural and sideline products / total population of city	0.234 2	+
	人均都市农业产值(x_{14}) Per capita output of urban agricultural sector	农林牧渔业总产值/城市总人口 Agricultural gross output value / total population of city	0.215 4	+
经济功能 Economic function (x_2)	农民人均纯收入(x_{21}) Per capita net income of rural households	统计年鉴数据 Data from statistical yearbook	0.168 1	+
	都市农业出口总值(x_{22}) Total export value of urban agricultural sector	统计年鉴数据 Data from statistical yearbook	0.248 4	+
	农产品加工增值水平(x_{23}) Agricultural products processing value-added	农副产品加工业产值/农林牧渔业总产值 Agricultural and sideline products processing industry production value / agricultural gross output value	0.198 6	+
	都市农业产值占城市 GDP 比重(x_{24}) Proportion of urban agricultural output value to GDP	农林牧渔业总产值/城市 GDP Agricultural gross output value / GDP of the city	0.199 4	+
社会功能 Social function (x_3)	都市农业就业价值(x_{31}) Total value of employment of urban agriculture	乡村从业人数×农村人均纯收入 Number of labours in village × per capita net income of rural households	0.110 9	+
	乡村就业结构水平(x_{32}) Rural employment structure level	农林牧渔从业人数/乡村从业人数 Number of labours in farming, forestry, animal husbandry and fishery / number of labours in village	0.105 7	–
	城乡居民收入比值(x_{33}) Income ratio of urban to rural residents	城市居民人均可支配收入/农村居民人均纯收入 Per capita disposable income of urban households / per capita disposable income of rural households	0.103 0	–
	城乡居民恩格尔系数比值(x_{34}) Engle Coefficient ratio of urban to rural residents	城市居民恩格尔系数/农村居民恩格尔系数 Urban residents Engle Coefficient / rural residents Engle Coefficient	0.102 9	+
	国家级及省级现代农业示范园区数量(x_{35}) National and provincial modern agricultural demonstration park number		0.114 5	+
	农业现代化水平(x_{36}) Agricultural modernization level	农业机械总动力/耕地面积 Total power of agricultural machinery / area of cultivated land	0.113 9	+
	乡村女性从业人数比例(x_{37}) Proportion of rural female laborers	乡村女性从业人数/乡村总从业人数 Number of rural female laborers / total number of rural laborers	0.100 2	+
	都市农业文化价值(x_{38})[31] Recreation value of urban agriculture	农业生态服务系统总价值×0.075 Total value of agro-ecosystem service × 0.075	0.117 0	+
	都市旅游观光业生产效率(x_{39}) Urban tourism production efficiency	都市旅游观光业总产值/农林牧渔业从业人数 Total value of urban tourism industry / number of labours in farming, forestry, animal husbandry and fishery	0.126 6	+
生态功能 Ecological service (x_4)	人均都市农业用地面积(x_{41}) Per capita public green areas	统计年鉴数据 Data from statistical yearbook	0.229 5	+
	森林覆盖率(x_{42}) Forest coverage rate	林地面积/城市土地总面积 Forestland area / total area of the urban land	0.200 6	+
	耕地覆盖率(x_{43}) Cultivated land coverage	耕地面积/城市土地总面积 Area of cultivated land / total area of the urban land	0.196 1	+
	地均生态服务价值(x_{44})[32] Ecosystem service value per capita	都市农业生态总价值/城市土地总面积 Total value of agricultural ecosystem service / total area of the urban land	0.227 3	+
	化肥施用强度(x_{45}) Intensity of fertilizer application	化肥施用量/耕地面积 Amount of chemical fertilizer input / area of cultivated land	0.196 1	–

"+"指正向作用指标, "–"指负向作用指标。"+" refers to positive effect index, "–" refers to negative effect index.

2　结果与分析

2.1　各城市的都市农业功能

由都市农业功能评价结果(图 1)可知，各城市的都市农业生产、经济、社会及生态功能发展水平具有明显的差异性。

2.1.1　都市农业生产功能分析

都市农业生产功能较低的城市包括东部特大城

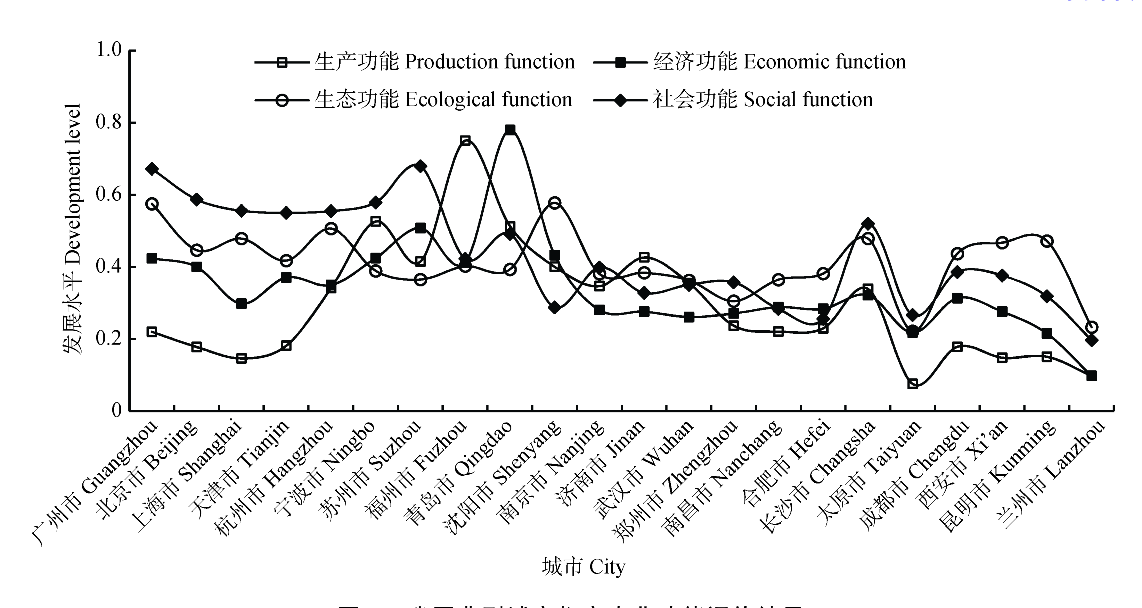


图 1　我国典型城市都市农业功能评价结果

Fig. 1　Development levels of urban agriculture function of typical cities of China

市北京、天津、上海、广州以及中西部城市太原、西安、成都、昆明、兰州等，较高城市有宁波、福州、青岛、济南等。以都市农业生产功能发展水平的均值 0.3 为界，高于平均水平之上的东部城市占该区域城市总量的 67%，同理中部为 33%，西部为 0。除了东部特大城市外，都市农业生产功能总体上表现出由东部城市向中西部逐渐递减的空间分布格局。从表 2 中可看出，耕地生产率与劳动生产率的均值都表现出东部>中部>西部，反映出都市农业生产效率由东部城市向中西部城市递减的空间分布趋势；东部城市的人均农副产品拥有量与人均都市农业产值的均值水平都高于中西部城市，但东部特大城市的人均农副产品拥有量及人均都市农业产值的均值远低于中西部城市，这些城市虽然都市农业生产效率较高，但城市化的高度发展而带来的耕地资源锐减、人口数量庞大等问题进一步加剧了都市农业生产总量减少与需求总量过大的矛盾。

2.1.2　都市农业经济功能分析

都市农业经济功能大致表现出东部城市高于中西部城市，并且中西部城市间差异不大(表 3)。从均值水平看，都市农业在农村居民人均纯收入、农产品出口总值方面均表现出东部城市>中部城市>西部城市，而都市农业增加值占城市 GDP 的比重则东部(0.047)<中部(0.069)<西部(0.072)，表明都市农业在城市经济发展中的地位则是东部<中部<西部，但在增加当地农民收入、带动乡村经济发展的能力方面呈现东部远大于中西部的格局，中西部城市都市农业带动乡村经济发展能力不足。因

表 2　我国不同区域城市都市农业生产功能评价指标均值

Table 2　Mean values of evaluation indexes of urban agriculture production function of typical cities in different regions of China

区域 Region	耕地生产率(x_{11}) Cultivated land productivity	农业劳动生产率(x_{12}) Agricultural labor productivity	人均农副产品占有量(x_{13}) Agricultural and sideline products amount per capita	人均都市农业产值(x_{14}) Per capita output of urban agricultural sector
东部 Eastern	9.24	81 367	134.61	4 610
东部特大城市 Eastern megacities	9.00	65 233	87.93	2 170
中部 Central	6.25	43 351	109.92	4 383
西部 Western	4.86	27 115	108.89	3 370

表 3　我国不同区域城市都市农业经济功能评价指标均值

Table 3　Mean values of evaluation indexes of urban agriculture economic function of typical cities in different regions of China

区域 Region	农民人均纯收入(x_{21}) Per capita net income of rural households	都市农业出口总值(x_{22}) Total export value of urban agricultural sector	农产品加工增值水平(x_{23}) Agricultural products processing value-added	都市农业产值占城市 GDP 比重(x_{24}) Proportion of urban agricultural output value to GDP
东部 Eastern	15 187	65 249	1.141	0.047
中部 Central	11 395	21 483	0.965	0.069
西部 Western	9 129	10 534	1.016	0.072

此，东部城市不能因都市农业经济地位低而忽略都市农业带动乡村经济发展的重大作用，中西部城市应当把提高都市农业生产效率、增强都市农业经济功能作为都市农业发展重大任务。

2.1.3 都市农业社会功能分析

除了东部城市中沈阳市、中部城市长沙市，都市农业社会功能总体上呈现东部城市高于中西部城市、中西部城市大致相同的状况，但在就业、城乡统筹、示范辐射、文化休闲、提高妇女地位 5 个方面差异显著。从表 4 都市农业就业与示范辐射指标 x_{31}、x_{35}、x_{36} 的均值可知，都市农业就业总价值以及农业的现代化水平、示范辐射能力均呈现东部>中部>西部的格局；x_{33} 和 x_{34} 表明东部与中部城市都市农业的城乡经济统筹能力优于西部，而东部与西部城市的都市农业城乡生活统筹能力优于中部；指标 x_{37} 的均值水平在三大区域基本相同，证明所有城市都市农业对提高妇女地位具有积极重要的作用；从 x_{38} 和 x_{39} 中可以看出，中部城市区域的都市农业文化传承及观光休闲价值均处于最低水平，西部城市区域的都市农业文化传承价值高于东部区域，但休闲观光价值远低于东部区域。

表 4 我国不同区域城市都市农业社会功能评价指标均值表

Table 4 Mean values of evaluation indexes of urban social agriculture function of cities in different regions of China

区域 Region	都市农业就业价值(x_{31}) Total value of employment of urban agriculture	乡村就业结构水平(x_{32}) Rural employment structure level	城乡居民收入比值(x_{33}) Income ratio of urban to rural residents	城乡居民恩格尔系数比值(x_{34}) Engle coefficient ratio of urban to rural resident	国家级及省级现代农业示范园区数量(x_{35}) National and provincial modern agricultural demonstration park number	农业现代化水平(x_{36}) Agricultural modernization level	乡村女性从业人数比例(x_{37}) Proportion of rural female laborers	都市农业文化价值(x_{38}) Recreation value of urban agriculture	都市旅游观光业生产效率(x_{39}) Urban tourism production efficiency
东部 Eastern	327	0.290	2.269	0.914	22.75	15.35	0.517	33.28	3 783
中部 Central	215	0.421	2.267	0.859	16.17	14.46	0.512	20.06	769
西部 Western	196	0.545	2.779	0.918	14.50	7.07	0.522	35.86	1 238

2.1.4 都市农业生态功能分析

都市农业生态功能表现出东部、西部城市高于中部城市的分布态势。东部城市高度城市化发展严重威胁城市生态环境安全，发挥都市农业服务城市生态环境的功能势在必行；而西部城市发展由于自然条件限制易受到生态环境制约，都市农业发展首先支持其生态服务功能；中部城市发展水平次于东部并与西部城市基本相当，而自然环境条件约束力相对西部城市较小，城市发展对都市农业生态功能需求不如东西部地区强烈。从表 5 中可以看出，东部城市人均绿地面积均值达 17.31 m^2·人$^{-1}$，处于最高水平，更注重都市农业的美化城市环境作用；东部城市的地均都市农业生态服务价值均值达 42 693 万元·hm^{-2}，远高于中西部城市。中部城市耕地资源丰富、并且城市化水平低于东部城市，耕地覆盖率占据优势；但从化肥施用量最高值 1.014 t·hm^{-2} 水平来看，都市农业面临着因过度开发造成的都市农业生态环境安全压力较大的处境。西部城市多处于山区，森林覆盖率均值高于东中部，构成城市生态环境安全的重要保障；西部城市耕地资源较少，并且城市发展占用耕地等因素，致使其耕地覆盖率较低，其化肥施用量为 0.466 t·hm^{-2}，处于最低水平，反映出当地对都市农业耕地资源生态安全的重视。

表 5 我国不同区域城市都市农业生态功能评价指标均值

Table 5 Mean values of evaluation indexes of urban ecological agriculture function of typical cities in different regions of China

区域 Region	人均都市农业用地面积(x_{41}) Per capita public green areas	森林覆盖率(x_{42}) Forest coverage rate	耕地覆盖率(x_{43}) Cultivated land coverage	地均生态服务价值(x_{44}) Ecosystem service value per capita	化肥施用强度(x_{45}) Intensity of fertilizer application
东部 Eastern	17.31	0.236	0.282	42 693	0.634
中部 Central	12.36	0.220	0.327	31 722	1.014
西部 Western	12.39	0.334	0.244	33 129	0.466

综上所述，在都市农业功能结构上，生态、社会功能高于生产、经济功能的城市数量占总量的 68%，大多数城市的都市农业功能结构总体上表现出生产、经济功能弱化，生态、社会功能突出的特征，东部与西部城市尤为明显；东部特大城市如北京、广州、天津、上海等都市农业以社会生态功能

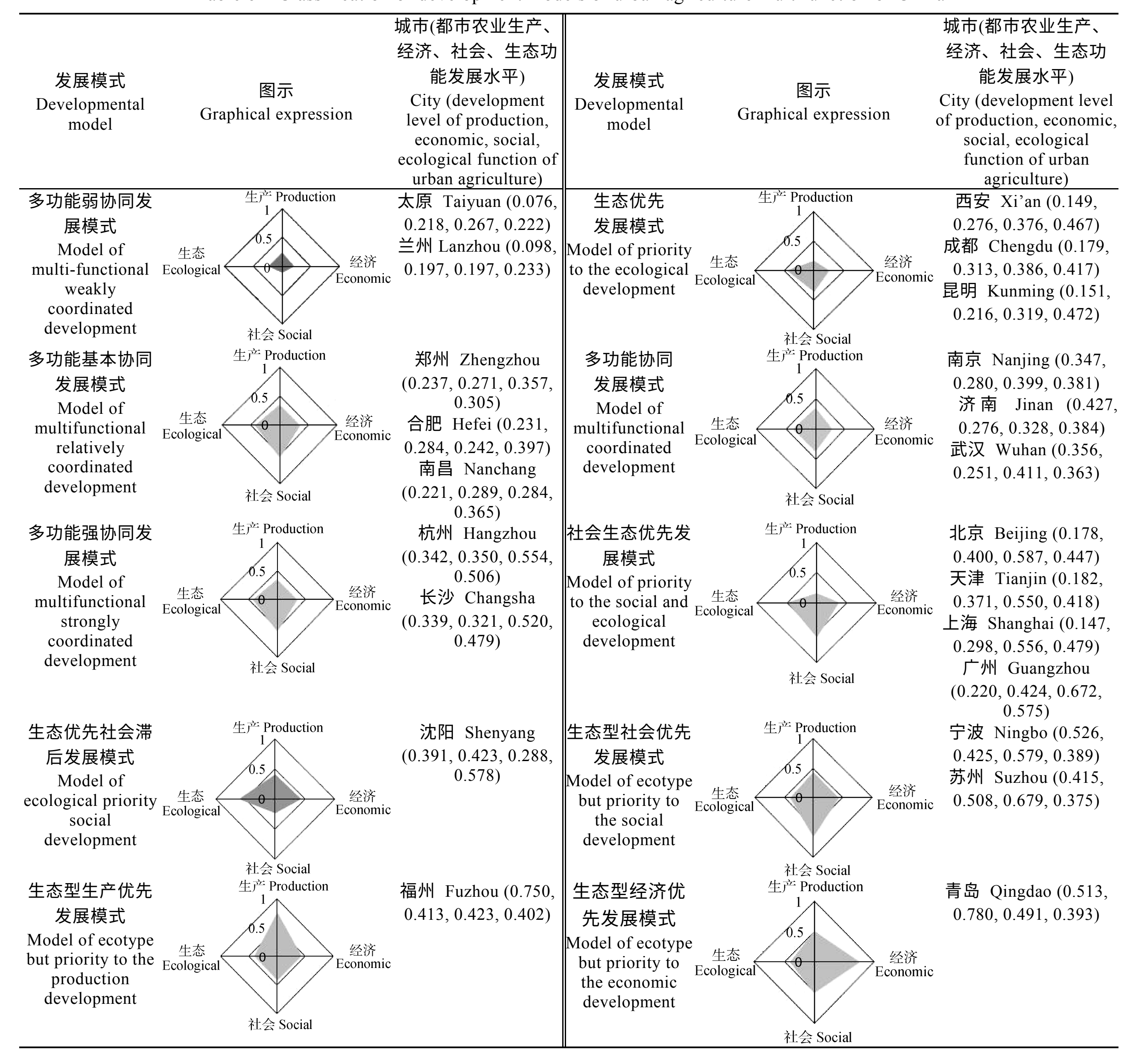
为主导，经济生产功能弱化；西部城市基本上形成生态社会功能优先发展、经济生产功能滞后的结构特征；部分东部省会城市以及中部城市没有形成明显的功能结构特征，功能间差异较小，呈现同步发展特征。

2.2　都市农业多功能发展模式分析

都市农业多功能属性逐渐被需求多元化、高级化的都市所认可，并积极付诸于实践，但是由于都市农业多功能的构成复杂、影响因素较多，加上城市本身发展状况及其发展目标等因素差异导致都市农业多功能综合表现差异显著。各个城市在探索如何科学处理都市农业诸多功能间的复杂关系中形成了基于都市农业多功能的都市农业发展模式，通过对各城市都市农业多功能的构成进行分解及评价，可以探究都市农业多功能发展模式规律。鉴于此，本文基于都市农业功能评价结果及其组合关系进行系统聚类分析，将我国以上城市划分为 10 类都市农业多功能发展模式，如表 6。

表 6　我国都市农业多功能发展模式分类

Table 6　Classification of development models of urban agriculture multifunction of China



发展模式 Developmental model	图示 Graphical expression	城市(都市农业生产、经济、社会、生态功能发展水平) City (development level of production, economic, social, ecological function of urban agriculture)	发展模式 Developmental model	图示 Graphical expression	城市(都市农业生产、经济、社会、生态功能发展水平) City (development level of production, economic, social, ecological function of urban agriculture)
多功能弱协同发展模式 Model of multi-functional weakly coordinated development		太原 Taiyuan (0.076, 0.218, 0.267, 0.222) 兰州 Lanzhou (0.098, 0.197, 0.197, 0.233)	生态优先发展模式 Model of priority to the ecological development		西安 Xi'an (0.149, 0.276, 0.376, 0.467) 成都 Chengdu (0.179, 0.313, 0.386, 0.417) 昆明 Kunming (0.151, 0.216, 0.319, 0.472)
多功能基本协同发展模式 Model of multifunctional relatively coordinated development		郑州 Zhengzhou (0.237, 0.271, 0.357, 0.305) 合肥 Hefei (0.231, 0.284, 0.242, 0.397) 南昌 Nanchang (0.221, 0.289, 0.284, 0.365)	多功能协同发展模式 Model of multifunctional coordinated development		南京 Nanjing (0.347, 0.280, 0.399, 0.381) 济南 Jinan (0.427, 0.276, 0.328, 0.384) 武汉 Wuhan (0.356, 0.251, 0.411, 0.363)
多功能强协同发展模式 Model of multifunctional strongly coordinated development		杭州 Hangzhou (0.342, 0.350, 0.554, 0.506) 长沙 Changsha (0.339, 0.321, 0.520, 0.479)	社会生态优先发展模式 Model of priority to the social and ecological development		北京 Beijing (0.178, 0.400, 0.587, 0.447) 天津 Tianjin (0.182, 0.371, 0.550, 0.418) 上海 Shanghai (0.147, 0.298, 0.556, 0.479) 广州 Guangzhou (0.220, 0.424, 0.672, 0.575)
生态优先社会滞后发展模式 Model of ecological priority social development		沈阳 Shenyang (0.391, 0.423, 0.288, 0.578)	生态型社会优先发展模式 Model of ecotype but priority to the social development		宁波 Ningbo (0.526, 0.425, 0.579, 0.389) 苏州 Suzhou (0.415, 0.508, 0.679, 0.375)
生态型生产优先发展模式 Model of ecotype but priority to the production development		福州 Fuzhou (0.750, 0.413, 0.423, 0.402)	生态型经济优先发展模式 Model of ecotype but priority to the economic development		青岛 Qingdao (0.513, 0.780, 0.491, 0.393)

多功能弱协同发展模式。主要包括太原、兰州，两城市综合实力及都市农业发展水平都较低，都市农业各功能协同发展，但均相对较微弱，多功能综合发展水平较低。由于两城市均处于西部干旱半干旱区，应当以都市农业生态服务功能为重点，大力发展都市农业。

生态优先发展模式。主要是西安、成都、昆明等西部城市，由于自然生态环境对西部城市发展的制约作用强于中东部城市，西部城市以都市农业的生态功能发展为重点，服务于城市，生态功能优先发展并达到较高水平，社会功能发展水平尚可，达到0.35左右；但生产、经济功能相对较弱并且发展滞后，多功能综合发展水平低。今后都市农业发展应当坚持在发展生态功能的基础上增强生产、经济功能以提高都市农业多功能综合水平。

多功能基本协同发展模式。主要是中部的郑州、合肥、南昌等城市，各功能评价值基本处于0.3左右水平，并表现出差异小、协同发展的特征，没有形成明显的主导功能，多功能综合发展水平低。这些城市面临着全面提高都市农业功能水平的重要任务。

多功能协同发展模式。包括东中部的南京、济南及武汉等城市，各功能评价值基本处于0.4左右，各功能间差异较小，主导功能不明显，同步发展特征明显，多功能水平高。应当坚持以生态功能为基础，根据区域资源优势培育都市农业主导功能为今后发展重点。

多功能强协同发展模式。包括杭州、长沙，各功能发展水平均较高并且差异小，并呈现社会、生态功能优先发展，表现出较强的协同发展特征，可持续性较好，多功能综合水平相对较高。

社会生态主导发展模式。主要是北京、天津、上海、广州等东部特大城市，都市农业发展积极强调服务于城市发展的社会、生态功能，二者水平较高并突出发展，经济功能尚可，生产功能相对较弱，但并不代表农业生产效率低，主要由于城市人口数量大、耕地资源少致使其生产功能明显不能满足都市需求，多功能水平高。如何有效保护耕地资源、提高生产效率以保障都市居民食品安全供应是都市农业建设的重点。

生态优先社会滞后发展模式。主要是沈阳，生态功能发展水平达到0.578，生产、经济功能尚可，但社会功能发展水平低至0.288，功能结构失衡严重，应进一步提高都市农业社会服务功能水平。

生态型社会主导发展模式(宁波、苏州)、生态型生产主导发展模式(福州)、生态型经济主导发展模式(青岛)。三者的共同特点是：各功能发展水平均较高，多功能综合水平也较高，在结构上表现出生态功能滞后、某单项功能突出发展的特征。但生态功能滞后并不表示生态功能较弱，达到0.4左右的水平，仅次于西部城市，高于中部，这些城市形成了以生态功能为基础的发展特征，但应当注意生态功能的维持和提高，以保障都市农业可持续发展。

以上我国各城市的综合实力、生态环境条件等因素具有明显差异性，导致各城市对都市农业功能的具体需求以及都市农业提供各种功能的水平呈现显著的差异性特征，最终形成了多样化的都市农业多功能发展模式，并呈现明显的区域差异性。具体表现为由我国西部城市至中东部城市，都市农业发展模式逐渐从多功能弱协同模式转向基本协同、协同及强协同发展模式，从生态优先发展模式转变为社会生态主导发展模式、以及以生态为基础的或生产(或经济或社会)功能主导的发展模式。基于多维评价模型的都市农业多功能发展模式研究结果基本上反映了目前我国都市农业功能发展水平及其结构的区域差异，不仅初步度量了不同城市化水平下都市农业功能发展水平，而且还明确地指明了各城市都市农业功能内部结构现状及其优势功能与劣势功能，能够科学指导各城市都市农业功能的优化发展及都市农业产业结构调整，实现都市农业功能与城市社会经济功能的协调发展。

3 结论与讨论

本文基于多维评价模型而构建的都市农业多功能评价指标体系将都市农业的生产功能、经济功能、社会功能与生态功能纳入一个综合体系中，评价了我国22个城市的都市农业多功能发展水平，并对评价结果进行聚类分析得出我国主要城市的都市农业多功能发展模式。结果表明：受到我国自然环境及社会经济发展水平的东、中、西部地区空间差异影响，都市农业单项功能发展水平及多功能综合水平在各城市呈现明显的差异，总体上表现出东、中、西的区域分异现状。从我国西部城市至中东部城市，都市农业发展模式逐渐从多功能弱协同模式转向基本协同、协同及强协同发展模式，从生态优先发展模式转变为社会生态主导发展模式以及以生态为基础的生产(或经济或社会)功能主导的发展模式。

城市农业资源条件在都市农业发展中具有基础性作用，而城市化主导都市农业多功能演化。城市化进程中城市对都市农业功能的需求总量与结构趋向规模化、多样化与高级化，基础设施扩张、科学技术变革、产业结构调整以及城市用地转换等因素制约都市农业活动。都市农业多功能变化是城市化主导下的城市与区域农业资源交互耦合的过程。因此同一发展时期的不同城市以及同一城市的不同发

展时期的都市农业多功能发展水平差异明显。本文应用多维评价模型，评价了我国 22 个城市的都市农业多功能发展水平并进行聚类分析，结果基本符合我国各城市的都市农业功能发展的实际情况，比较客观地揭示了我国处于同一发展时期的不同城市的都市农业多功能发展现状，对指导各城市都市农业功能的优化调整具有重要作用。但为更好指导都市农业发展，还应当研究同一城市在不同时期都市农业多功能发展规律与发展模式。城市化发展导致都市农业功能结构变化与重组，都市农业功能产出超过城市需求造成资源浪费，则阻碍城市化发展，都市农业多功能发展应当坚持在农业资源可持续发展的条件下实现都市农业多功能合理满足城市需求的状态，即以实现都市农业多元功能的最优耦合状态为发展目标。但此研究前提是认为以上城市都市农业发展状况反映了都市农业各种功能通过城市系统与都市农业系统的自平衡过程而达到的一种动态平衡状态，但并不等于都市农业多元功能的最优耦合状态。如需求量过大的东部特大城市上海、北京、天津等对都市农业生产功能带来较大压力，而都市农业生产效率促使西部城市都市农业生产功能相对较低；西部城市经济生产功能滞后并不表示其对城市的满足度不如东中部城市。因此，如何根据城市自身发展特征测度都市农业多功能最优耦合发展程度以评价当前都市农业多元功能发展模式质量应当成为下一步的研究重点。

参考文献 References

[1] Mougeot L J A. Urban agriculture: Concept and definition[J]. Urban Agriculture Magazine, 2000(1): 5–7

[2] Mkwambisi D D, Fraser E D G, Dougill A J. Urban agriculture and poverty reduction: Evaluating how food production in cities contributes to food security, employment and income in Malawi[J]. Journal of International Development, 2011, 23(2): 181–203

[3] 齐永忠, 于战平. 中国都市农业发展的战略走向与发展思路[J]. 农业经济问题, 2006(4): 67–69
Qi Y Z, Yu Z P. The urban agriculture in China: Strategy for development and way of thinking[J]. Issues in Agricultural Economy, 2006(4): 67–69

[4] 杨卫丽. 西安都市圈都市农业发展研究[D]. 西安: 西北大学, 2011
Yang W L. The study of urban agriculture development about Xi’an metropolitan area[D]. Xi’an: Northwest University, 2011

[5] 冯海建, 周忠学. 都市农业功能空间分异研究——以西安都市圈为例[J]. 中国生态农业学报, 2014, 22(3): 333–341
Feng H J, Zhou Z X. Spatial differentiation of urban agricultural ecosystem services — A case study of Xi’an metropolitan zone[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2014, 22(3): 333–341

[6] 吴轶韵, 俞菊生. 城市化进程中我国都市农业发展趋势研究[J]. 上海农业学报, 2010, 26(1): 16–19
Wu Y Y, Yu J S. Development trend of China’s urban agriculture during urbanization[J]. Acta Agriculturae Shanghai, 2010, 26(1): 16–19

[7] 毋青松. 城市化进程中都市农业发展路径创新[J]. 农业经济问题, 2013(9): 34–37
Wu Q S. The innovation of urban agriculture development in the process of urbanization[J]. Agricultural Economic Question, 2013(9): 34–37

[8] 吴德慧. 国外都市农业发展经验研究[J]. 世界农业, 2012(4): 22–24
Wu D H. The foreign experience of urban agriculture development[J]. World Agriculture, 2012(4): 22–24

[9] 宋涛, 蔡建明, 刘军萍, 等. 世界城市都市农业发展的经验借鉴[J]. 世界地理研究, 2013, 22(2): 88–96
Song T, Cai J M, Liu J P, et al. Urban agriculture experiences in world cities and its enlightenments to China[J]. World Regional Studies, 2013, 22(2): 88–96

[10] 许林, 宋光辉. 珠三角都市型农业(UA)评价指标体系构建及实证研究[J]. 软科学, 2010, 24(5): 95–100
Xu L, Song G H. Construction of evaluation index system and empirical research on urban agriculture in PRD[J]. Soft Science, 2010, 24(5): 95–100

[11] 杨卫丽, 李同昇. 西安都市圈都市农业发展及空间格局研究[J]. 经济地理, 2011, 31(1): 123–128
Yang W L, Li T S. Urban agriculture development and the study of spatial pattern about Xi’an metropolitan area[J]. Economic Geography, 2011, 31(1): 123–128

[12] 果雅静, 高尚宾, 方放, 等. 基于区位商法的北京都市型现代农业产业布局研究[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(4): 976–980
Guo Y J, Gao S B, Fang F, et al. Assessment of the overall arrangement of urban modern agriculture industry in Beijing using location quotient technique[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2008, 16(4): 976–980

[13] 刘欢, 周忠学, 齐爱荣. 西安市都市农业生态安全动态评价及空间分异[J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31(6): 225–231
Liu H, Zhou Z X, Qi A R. Dynamic evaluation and spatial differentiation on ecological security of urban agriculture in Xi’an City[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2013, 31(6): 225–231

[14] 赖小璐, 孙贵荒, 葛立群. 辽宁都市农业发展模式研究[J]. 农业经济, 2011(12): 43–45
Lai X L, Sui G H, Ge L Q. Research on Liaoning urban agriculture development model[J]. Agricultural Economy, 2011(12): 43–45

[15] 齐爱荣, 周忠学, 刘欢. 西安市城市化与都市农业发展耦合关系研究[J]. 地理研究, 2013, 32(11): 2133–2142
Qi A R, Zhou Z X, Liu H. The coupling relationship between urbanization and urban agriculture development in Xi’an City[J]. Geographical Research, 2013, 32(11): 2133–2142

[16] 顾晓君. 都市农业多功能发展研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2007
Gu X J. Study on the development of multifunctionality of urban agriculture[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2007
[17] 宋晓媚, 周忠学, 冯海建. 城市化过程中西安都市圈都市农业结构时空变化特征[J]. 中国沙漠, 2015, 35(4): 1096–1102
Song X M, Zhou Z X, Feng H J. Spatial-temporal change of urban agricultural structure in Xi'an metropolitan zone during 1999–2013[J]. Journal of Desert Research, 2015, 35(4): 1096–1102
[18] 方志权, 吴方卫, 王威. 中国都市农业理论研究若干争议问题综述[J]. 中国农学通报, 2008, 24(8): 521–525
Fang Z Q, Wu F W, Wang W. A literature review of disputes and issues in the research on Chinese urban agriculture theories[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(8): 521–525
[19] 艾航. 北京市都市农业多功能性与可持续发展[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011
Ai H. Beijing urban agriculture's functional and sustainable development[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2011
[20] 杨振山, 蔡建明. 都市农业发展的功能定位体系研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2006, 16(5): 29–34
Yang Z S, Cai J M. Positioning role and function of urban agriculture[J]. China Population, Resources and Environment, 2006, 16(5): 29–34
[21] 马仁锋, 王玺, 韩博, 等. 昆明市都市型农业功能区划空间发展战略研究[J]. 云南地理环境研究, 2010, 22(1): 20–23
Ma R F, Wang X, Han B, et al. Studies on spatial development strategy for modern agriculture function of city type in Kunming[J]. Yunnan Geographic Environment Research, 2010, 22(1): 20–23
[22] 李强, 周培. 农业多元功能耦合与都市型农业生产结构优化[J]. 中国农学通报, 2012, 28(2): 103–108
Li Q, Zhou P. Multifunction coupling of agriculture and structure optimization of agriculture characterized by city[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012, 28(2): 103–108
[23] 叶敬忠, 安苗. 现代农业发展模式的理论溯源与实践反思[J]. 贵州社会科学, 2010(10): 10–17
Ye J Z, An M. To trace the origin of the theory and practice reflections on the modes of modern agricultural development[J]. Guizhou Social Sciences, 2010(10): 10–17
[24] 柏振忠. 我国现代农业发展模式建设与完善的路径分析[J]. 科学管理研究, 2010, 28(5): 116–120
Bai Z Z. Path analysis of establishing and improving development model of modern agriculture in China[J]. Scientific Management Research, 2010, 28(5): 116–120
[25] 刘刚, 张春燕. 我国生态农业发展模式初探[J]. 生态经济, 2011(10): 117–120
Liu G, Zhang C Y. A tentative study on the development mode of eco-agriculture in China[J]. Ecological Economy, 2011(10): 117–120
[26] 郑军. 山东省生态农业发展模式研究[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2003
Zheng J. Study on the eco-agriculture development pattern of Shandong Province[D]. Xi'an: Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, 2003
[27] 郑恒, 李跃. 低碳农业发展模式探析[J]. 农业经济问题, 2011, 32(6): 26–29
Zheng H, Li Y. Low carbon agriculture development model analysis[J]. Issues in Agricultural Economy, 2011, 32(6): 26–29
[28] 刘海燕. 黑龙江省低碳农业发展模式及支撑体系研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2013
Liu H Y. The research on low-carbon agricultural mode and its support systems in Heilongjiang Province[D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2013
[29] 吕耀. 基于多维评价模型的农业多功能性价值评估[J]. 经济地理, 2008, 28(4): 650–655
Lü Y. Evaluation of multi-functionality of agriculture based on multi-dimension evaluation model[J]. Economic Geography, 2008, 28(4): 650–655
[30] 何露, 闵文庆, 张丹. 农业多功能性多维评价模型及其应用研究——以浙江省青田县为例[J]. 资源科学, 2010, 32(6): 1057–1064
He L, Min W Q, Zhang D. Evaluation models for multifunctionality of agriculture and their applications: A case study on Qingtian County in Zhejiang Province, China[J]. Resources Science, 2010, 32(6): 1057–1064
[31] 周镕基. 现代多功能农业的价值及其评估研究——以湖南为例[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2011
Zhou R J. The value of modern multifunctional agriculture and its valuation — A case study in Hunan[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2011
[32] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189–196
Xie G D, Lu C X, Leng Y F, et al. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau[J]. Journal of Natural Resources, 2003, 18(2): 189–196
[33] 向云波, 张勇, 袁开国, 等. 湘江流域县域发展水平的综合评价及特征分析[J]. 经济地理, 2011, 31(7): 1088–1093
Xiang Y B, Zhang Y, Yuan K G, et al. Analysis on characteristics and comprehensive evaluation of county's development level in the Xiangjiang River basin[J]. Economic Geography, 2011, 31(7): 1088–1093
[34] 孟德友, 沈惊宏, 陆玉麒. 中原经济区县域交通优势度与区域经济空间耦合[J]. 经济地理, 2012, 32(6): 7–14
Meng D Y, Shen J H, Lu Y Q. Spatial coupling between transportation superiority and economy in central plain economic zone[J]. Economic Geography, 2012, 32(6): 7–14
[35] 杨忍, 刘彦随, 郭丽英, 等. 环渤海地区农村空心化程度与耕地利用集约度的时空变化及其耦合关系[J]. 地理科学进展, 2013, 32(2): 181–190
Yang R, Liu Y S, Guo L Y, et al. Spatial-temporal characteristics for rural hollowing and cultivated land use intensive degree: Taking the Circum-Bohai Sea region in China as an example[J]. Progress in Geography, 2013, 32(2): 181–190